

Agenda estratégica de investigación

OBJETIVOS Y RETOS DE LA INDUSTRIA FORESTAL ESPAÑOLA
Y SUS INDUSTRIAS DERIVADAS



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



PTFOR
PLATAFORMA TECNOLÓGICA
FORESTAL ESPAÑOLA
Y SUS INDUSTRIAS DERIVADAS



PTFOR

PLATAFORMA TECNOLÓGICA
FORESTAL ESPAÑOLA
Y SUS INDUSTRIAS DERIVADAS

AIDIMME

Instituto Tecnológico Metalmecánico,
Mueble, Madera, Embalaje y Afines

ASPAPEL

Asociación Española de Fabricantes de Pasta,
Papel y Cartón

CTFC

Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya

Organismo financiador



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES





Tengo el honor de presentarles la [Agenda Estratégica de Investigación de la Plataforma Tecnológica Forestal Española y sus Industrias Derivadas \(PTFOR\)](#).

PTFOR tiene como objetivo incrementar la competitividad del sector forestal y sus cadenas de valor industriales (madera, mueble, papel...) a través de la I+D+i, mediante el diálogo en el sistema de ciencia, tecnología y empresa, la colaboración público-privada y la definición de las prioridades sectoriales de investigación.

PTFOR está promovida por el Instituto Tecnológico Metalmecánico, Mueble, Madera, Embalaje y Afines ([AIDIMME](#)), la Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón ([ASPAPEL](#)) y el Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña ([CTFC](#)), y cuenta con el apoyo de la Agencia Estatal de Investigación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, a quien desde aquí agradecemos su confianza y apoyo.

Esta Agenda identifica los retos y objetivos del sector con una visión a largo plazo, siempre dentro de los principales marcos nacionales e internacionales de referencia: Objetivos de Desarrollo Sostenible impulsados por Naciones Unidas, el Pacto Verde Europeo, Horizonte Europa y la Agenda 2030 española. Además, la mayor parte de los retos y desafíos aquí presentes coinciden con los de [Forest-based Sector Technology Platform](#), de la cual PTFOR es grupo de soporte nacional, miembro y participante habitual.

Confío en que esta Agenda resulte de su interés y motivación para impulsar la competitividad del sector forestal a través de la I+D+i. Desde la ilusión y el compromiso con estos objetivos, espero que podamos trabajar juntos por conseguirlos.

Reciba un cordial saludo.

Vicente Sales Vivó
Presidente de PTFOR



PTFOR (Plataforma Tecnológica Forestal Española y sus Industrias Derivadas) es una **red de cooperación** para el **fomento** de la **I+D+i** que tiene como objetivo ayudar a conseguir que el **sector forestal español** y las industrias que constituyen sus cadenas de valor, progresen en su competitividad y sostenibilidad económica, social y medioambiental, potenciando la investigación, el desarrollo tecnológico, la innovación, la información, la formación y la internacionalización.

Propósito de PTFOR	5
Objetivos y retos de la industria forestal española y sus industrias derivadas:	9
1. Gestión forestal sostenible, biodiversidad y resiliencia al cambio climático	10
2. Mayor producción y movilización de madera sostenible	14
3. Más valor añadido de los servicios de los ecosistemas no madereros	18
4. Hacia una sociedad circular sin residuos	22
5. Uso eficiente de los recursos naturales	26
6. Diversificación de tecnologías de producción y logística	30
7. Empleos y vínculos seguros y con propósito entre las regiones rurales y urbanas	34
8. Materiales de construcción renovables para una vida más saludable	38
9. Nuevos productos a base de fibra y un 80% menos de emisiones de CO ₂	42
10. Energías renovables para la sociedad	46
11. Mejora de la interacción con la sociedad	50

PROPÓSITO DE PTFOR

El propósito fundamental de esta agenda es definir las estrategias de desarrollo tecnológico esenciales para fortalecer la estructura del sector forestal español y sus industrias asociadas, transformándolo en un ámbito organizado, innovador y generador de empleo. Se busca potenciar su rendimiento económico, medioambiental y social, encaminándolo hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

PTFOR, Plataforma Tecnológica Forestal Española y sus Industrias Derivadas, tiene una **VISIÓN del sector para el año 2040** y ha establecido los objetivos y retos que se indican resumidamente.

La Agenda Estratégica de Investigación contempla su visión hasta 2030, ya que este período es el mínimo necesario para adoptar medidas que nos lleven a alcanzar los objetivos marcados para 2040.

Las cadenas de valor en las que trabaja PTFOR son la Forestal, la de Papel y Celulosa, la de Madera y Derivados y aquellas otras que se considere oportuno relacionadas con el sector.

Los primeros objetivos de la agenda van encaminados a la **gestión forestal sostenible, biodiversidad y resiliencia al cambio climático**, junto al segundo objetivo de mayor producción y movilización de madera sostenible. También destacan, entre otros retos: la mejora del conocimiento de los ecosistemas, la digitalización de los datos forestales (y su cadena de valor) y mejora genética, con el fin de mejorar y aliar la productividad con la sostenibilidad, implementar la gestión del agua frente a incendios forestales y mejorar la resiliencia al cambio climático. A continuación se enumeran algunas de las líneas en las que se está trabajando actualmente y que son de interés para el sector forestal.



Identificar

los atributos funcionales en los ecosistemas forestales que mejoran a largo plazo el secuestro de carbono en el suelo.



Desarrollar

sistemas de trazabilidad que cubran toda la cadena de valor desde las materias primas hasta los productos a base de madera.



Mejorar

la capacidad de predicción y el análisis de riesgos en tiempo real para incendios grandes y graves.



Diseñar

herramientas digitales para fomentar la cooperación y la transferencia de conocimientos.

Otro de los objetivos que complementa lo anterior es obtener valor añadido de los servicios de los ecosistemas no madereros, lo que permitiría diversificar la producción económica y la sostenibilidad medioambiental por el aumento de recursos disponibles en el monte. En este sentido se plantean varios retos:



- Establecer nuevas cadenas de valor y modelos comerciales que involucren a los propietarios forestales y otros sectores para crear productos de valor agregado y expandir los mercados.
- Adaptar la gestión forestal para mejorar la productividad y calidad de hongos y plantas para alimentos, así como para usos farmacéuticos.
- Desarrollar estrategias y políticas regionales en colaboración para mejorar la provisión de servicios ecosistémicos mediante la expansión de los bosques, centrándose en los beneficios sociales (oportunidades recreativas y de ecoturismo).

Por otro lado, centrándonos en los sectores de primera y segunda transformación de los productos madereros y no madereros, se establecen varios objetivos de gran alcance relacionados entre sí y encaminados a la mejora de los procesos productivos y su sostenibilidad medioambiental: hacia una sociedad circular sin residuos, el uso eficiente de los recursos naturales y la diversificación de tecnologías de producción y logística. Para alcanzar estos objetivos se plantean varios retos, algunos de ellos son:

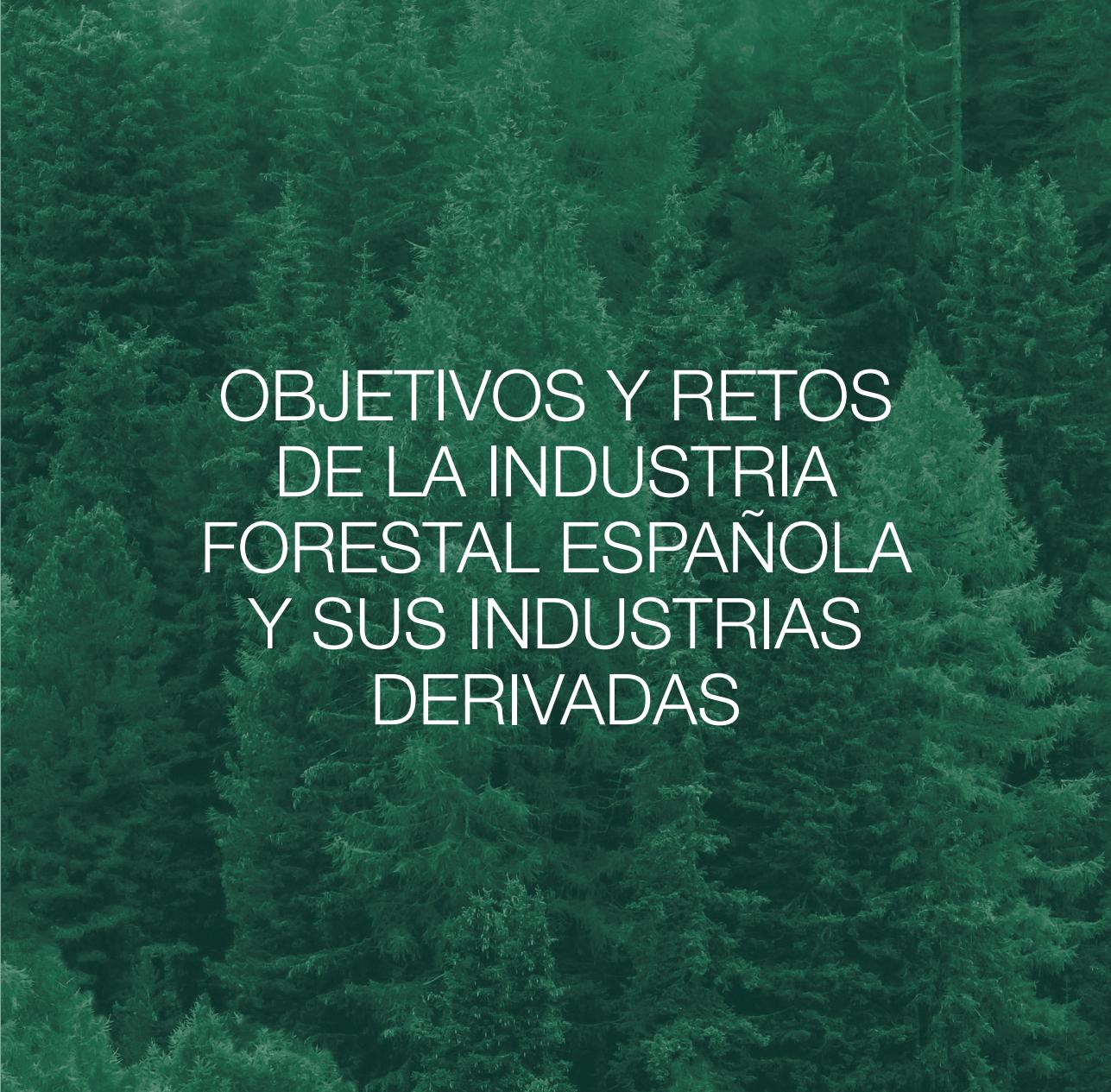
- Diseñar soluciones para mejorar el valor, el ecodiseño y las oportunidades de mercado de los materiales reciclados.
- Establecer procesos de despulpado y estrategias de control que reduzcan el consumo de energía.
- Idear métodos tempranos para determinar las características de las materias primas forestales dentro de la cadena de suministro.
- Identificar y apoyar tecnologías de procesos y soluciones logísticas que puedan integrarse de manera simbiótica para crear una economía circular.
- Explorar la fabricación aditiva utilizando biomateriales y técnicas como el ecodiseño.
- Formular tecnologías de procesos de separación para compuestos orgánicos.

Conjuntamente a los objetivos anteriores y para complementar la diversificación de los sectores y el valor añadido de la producción, se establecen también retos de investigación encaminados al desarrollo de materiales de construcción renovables para una vida más saludable y productos a base de fibra con un 80% menos de emisiones de CO₂. Algunas de las líneas de investigación son:

- Optimizar la funcionalidad e interoperabilidad (diseño, construcción y operación) de sistemas de ensamblaje de construcción prefabricados complejos, incluido su desmontaje y reutilización.
- Mejorar el rendimiento de los materiales y productos a base de madera para optimizar su comportamiento en construcción, sus características físicas, seguridad, durabilidad, circularidad de la ingeniería de construcción y para optimizar las operaciones y los servicios de construcción.
- Desarrollar tecnologías sin emisiones de carbono para el proceso de fabricación de papel.
- Formular sustitutos provenientes de fibras biodegradables y libremente formables que reemplacen los envases provenientes de materiales fósiles.
- Crear nuevos productos y aplicaciones a partir de lignina, hemicelulosa y celulosa.

Por último, se establecen varios objetivos relacionados con la mejora de la interacción de la sociedad y las zonas forestales, la relación entre las zonas urbanas y rurales y el uso y optimización de energías renovables de origen forestal. Estos objetivos, que parten de la interacción y relación del sector forestal/rural a la sociedad y zonas urbanas, contemplan varios retos que deben tenerse en cuenta, como:

- Establecer modelos de cooperación entre arquitectos, promotores inmobiliarios y autoridades locales sobre sistemas de construcción de base biológica.
- Diseñar herramientas digitales para apoyar a los propietarios de pequeños bosques en la gestión y cooperación forestal y formar a empresas del sector para la era digital.
- Crear plataformas de producción de diversos combustibles para transporte terrestre, aéreo y marítimo que valoricen los residuos forestales mediante nuevos modelos de negocios.
- Implementar herramientas para controlar y proyectar demandas sociales cambiantes, incluyendo escenarios para futuras prioridades en el uso de los bosques.
- Divulgar la actividad forestal, los servicios ecosistémicos y difundir hechos científicos para fortalecer el conocimiento de los ciudadanos sobre el papel de la economía forestal.



OBJETIVOS Y RETOS DE LA INDUSTRIA FORESTAL ESPAÑOLA Y SUS INDUSTRIAS DERIVADAS

1

GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE, BIODIVERSIDAD Y RESILIENCIA AL CAMBIO CLIMÁTICO

La importancia de la gestión forestal sostenible y multifuncional es una cuestión ampliamente reconocida debido a los beneficios que reporta a la sociedad. Los bosques europeos, resilientes, diversos y gestionados por propietarios tanto públicos como privados, proporcionan una amplia gama de servicios de ecosistemas forestales que incluye la producción de materias primas, la mitigación del cambio climático, la conservación de la biodiversidad y la protección de los ecosistemas relacionados con el agua.



Retos →

A) CAPITALIZAR LAS INTERDEPENDENCIAS ENTRE LA ORDENACIÓN FORESTAL Y LA DIVERSIDAD FUNCIONAL

El impacto de las intervenciones de ordenación y gestión forestal en el desarrollo de las masas depende de la relación entre la diversidad biológica y las funciones del ecosistema. Esta relación afecta a la capacidad que tienen las masas forestales para proporcionar servicios tales como la producción de biomasa, así como su capacidad de recuperación y restauración.

En cuanto a las características funcionales de los ecosistemas forestales, es necesario investigar la relación causa-efecto entre, por un lado, la diversidad genética y de especies arbóreas, las estructuras a nivel de paisaje y monte, y la diversidad del suelo; y por otro lado, los regímenes silvícolas y de aprovechamiento. Se debe identificar rasgos y umbrales relevantes para permitir una mejor selección de material genético y combinaciones de especies con el objetivo de maximizar las funciones sostenibles del ecosistema. Al analizar las consecuencias para la producción de biomasa, el secuestro de carbono, la conservación de la biodiversidad y la provisión de otros servicios del ecosistema han de tenerse en cuenta los aspectos referidos a sostenibilidad y al impacto sobre el cambio climático.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Estudiar la relación entre las características y la dinámica de la biodiversidad y las funciones del ecosistema forestal para identificar los aspectos relevantes.
- Mejorar los distintos métodos de gestión forestal para aprovechar la diversidad funcional.
- Identificar los atributos funcionales en los ecosistemas forestales que mejoran a largo plazo el secuestro de carbono en el suelo.



B) FORTALECIMIENTO DE LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES Y FOMENTO DE LA SILVICULTURA MULTIFUNCIONAL CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE

El concepto de silvicultura multifuncional climáticamente inteligente combina la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero con el fortalecimiento de la resiliencia forestal y un aumento sostenible de la productividad y de los ingresos forestales.

Para lograr este objetivo, la gestión forestal debe adaptarse a las circunstancias locales y regionales, y se debe mejorar la mitigación de los riesgos abióticos y bióticos, incluyendo el impacto de los ungulados. Es necesario investigar sobre el uso de material de regeneración rápida, la dinámica de crecimiento de las diversas especies, el cambio de especies y los regímenes silvícolas para fomentar el crecimiento en condiciones climáticas cambiantes. Hay que propiciar las especies tolerantes a las enfermedades, así como los tratamientos preventivos y curativos.

También se requiere más conocimiento sobre el análisis de la interacción de los distintos riesgos, el papel de las estructuras forestales y la eficiencia de las medidas de prevención para desarrollar nuevas estrategias de gestión de riesgos que aumenten la resiliencia y respalden el diseño de planes seguros. El análisis de las compensaciones entre las medidas de mitigación y las medidas de adaptación debería orientar las estrategias de gestión forestal adaptadas a cada región y la regeneración posterior a los daños.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Analizar los riesgos forestales y sus interacciones y desarrollar herramientas integradas de apoyo a las decisiones.
- Analizar las compensaciones entre medidas de mitigación y de adaptación en la gestión forestal.
- Desarrollar sistemas de alerta temprana que aprovechen la revolución digital para identificar y desarrollar mapas de plagas y enfermedades forestales, incluyendo a las especies invasoras, y fomento de la silvicultura multifuncional climáticamente inteligente.

C) MEJORA DEL PAPEL VITAL DE LOS BOSQUES EN EL SUMINISTRO DE AGUA REGIONAL Y CONTINENTAL

Los bosques desempeñan un papel vital, claramente subestimado, a la hora de garantizar un suministro y una calidad del agua suficientes así como de mitigar los peligros relacionados con la misma. Este papel se ve afectado por muchos factores, incluida la creciente demanda de agua dulce, la influencia de los diferentes usos de la tierra en los balances hídricos regionales y continentales y el cambio climático.

Los ciclos de agua verde, agua azul y energía impulsados por los bosques deben ser tenidos en cuenta en la toma de decisiones regional, nacional e incluso continental, especialmente en aquellos temas relacionados con la adaptación y la mitigación del cambio climático, el uso de la tierra y la gestión del agua. También es necesaria una investigación que evalúe cómo la composición y estructura de los bosques afectan a los patrones de lluvia, que estudie la disponibilidad de agua (cantidad y calidad) y los eventos climáticos extremos relacionados con el agua (tanto inundaciones como sequías) en relación con las variaciones naturales, la gestión forestal y el cambio climático. Todo esto incluye analizar la sensibilidad al clima local y regional, las condiciones hidrológicas y culturales poniendo un énfasis específico en la interacción con las prácticas agrícolas.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Investigar los efectos de los bosques en los patrones de lluvia a escala regional y continental.
- Desarrollar modelos hidrológicos e hidro-químicos que se centren en los efectos combinados del cambio climático y los regímenes de gestión forestal sobre el suministro y la calidad del agua en diferentes entornos geográficos.
- Explorar más profundamente el papel de los bosques en la prevención de inundaciones, en relación con las variaciones naturales y las prácticas de gestión forestal.

D) MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGAR LOS RIESGOS DE INCENDIOS FORESTALES EN PAISAJES BOSCOSOS

El abandono de tierras, los bosques no gestionados, la expansión urbana y las condiciones climáticas cambiantes contribuyen a incrementar el riesgo de que se produzcan incendios forestales y que estos se propaguen y sean más virulentos con las graves consecuencias que esto conlleva sobre la naturaleza, el sumidero de carbono y los sistemas socioeconómicos afectados. La resiliencia de los paisajes boscosos debe fortalecerse a través



de enfoques integrados de gestión de incendios forestales, poniendo mayor enfoque en la preventión y la preparación. Se debe potenciar la creación y mantenimiento de infraestructuras, así como la ejecución de claras.

Se necesita aumentar la investigación sobre la influencia del cambio climático y las tendencias socioeconómicas en la vulnerabilidad de los paisajes boscosos y se necesitan nuevos enfoques para mejorar su resistencia al fuego y su resiliencia, incluyendo también los riesgos en la interfaz urbano-forestal. Del mismo modo, se debería ahondar en la búsqueda de conocimientos sobre la prevención, el comportamiento, la detección y la recuperación después de un incendio, incluyendo mejores modelos de evaluación del riesgo de incendio; herramientas de apoyo a la toma de decisiones para la gestión integrada a largo plazo del combustible inherente; la restauración de áreas quemadas y el diseño de paisajes e infraestructuras inteligentes contra incendios.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Mejorar la capacidad de predicción y el análisis de riesgos en tiempo real para incendios grandes y graves.
- Identificar umbrales de cambio y puntos de inflexión en la regeneración de ecosistemas, teniendo en cuenta las tendencias climáticas y el historial de uso/gestión de la tierra.



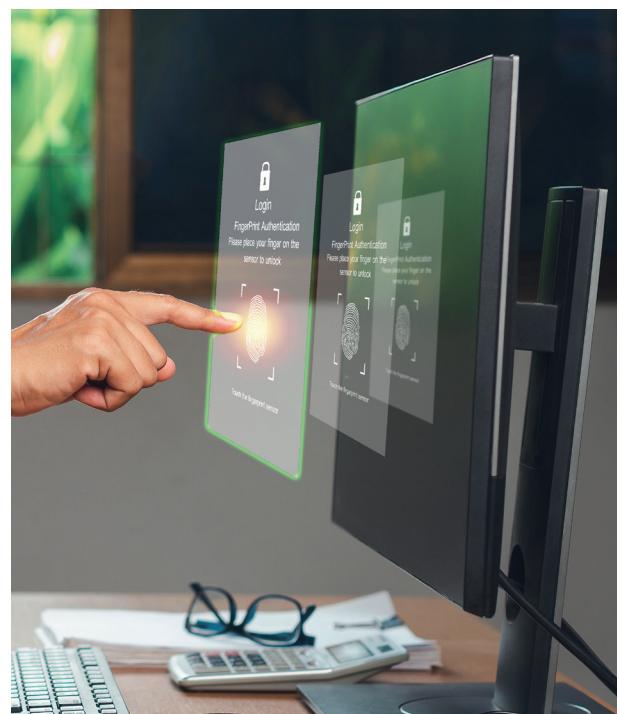
- Mejorar la resiliencia al fuego dentro del alcance de un concepto de paisaje integrado, incluido el establecimiento de sistemas agroforestales.

E) POTENCIAR LA DIGITALIZACIÓN PARA DISPONER DE UN SECTOR FORESTAL MÁS COMPETITIVO

En el sector forestal hay un potencial enorme para hacerlo más competitivo a través de la digitalización. La mayoría de las empresas son de tamaño mediano y pequeño que necesitan apoyo para modernizarse en nuevas tecnologías que les permitirán reducir la carga burocrática y conocer *online* sus inventarios y procesos de forma que puedan tomar decisiones rápidas para optimizar su cuenta de resultados.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Proyectos de digitalización de empresas.
- Desarrollo de plataformas de interconexión entre empresas de la misma cadena de valor, con sus proveedores y clientes.
- Ver ejemplos en otros retos también relacionados con la digitalización.



2 MAYOR PRODUCCIÓN Y MOVILIZACIÓN DE MADERA SOSTENIBLE

El crecimiento de los bosques está aumentando, lo que conduce a un mayor secuestro de CO₂. Las prácticas de gestión se están optimizando cada vez más para lograr una productividad y unos estándares de calidad aún mayores. Cada vez es más importante la creación de bosques que sean resistentes al cambio climático y tolerantes al estrés. La investigación, la innovación y la gestión forestal cuidada y a largo plazo aumentarán las posibilidades de aprovechamiento en Europa en un 30%, de aquí a 2040.



Retos →

A) MEJORAR SEMILLAS, PLÁNTULAS Y PLANTAS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y LA RESILIENCIA

Las condiciones de cultivo cambiantes y las demandas de productos forestales más diversificados exigen un mejor conocimiento de la genética de los árboles. Esto incluye comprender en detalle el papel que tienen los factores genéticos en la dinámica de crecimiento del árbol, en su resistencia al cambio climático, en la susceptibilidad de los árboles a plagas y enfermedades nativas e invasoras e incluye también el entendimiento de cómo el genotipo controla las características de la madera relacionadas con la calidad y el valor de los productos de madera.

Así, se hace necesario investigar aspectos tales como: nuevos métodos y estrategias de reproducción de árboles; para el suministro de material de propagación; sobre el cultivo de las plántulas; el establecimiento de nuevos bosques y la regeneración de los bosques existentes. Todo esto incluye el diseño de medidas para proteger aquellos recursos genéticos de alto interés que estén en peligro, para que puedan adaptarse al cambio climático, así como medidas para facilitar la migración. También será necesario analizar las consecuencias de proporcionar semillas y plantas de alta calidad, tanto de especies autóctonas como no autóctonas, que no solo tengan mejores posibilidades de crecimiento en las condiciones climáticas futuras, sino también una mayor resistencia a plagas y enfermedades y unas calidades de madera más apropiadas.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Estudiar la genética y los procesos bioquímicos / fisiológicos que determinan las propiedades de la madera y la fibra, así como la resistencia a plagas y enfermedades, el uso del agua y la eficiencia nutricional.
- Analizar las especies arbóreas no autóctonas con el fin de analizar su posible impacto y uso en los bosques de la UE.
- Desarrollar estrategias sostenibles para la migración asistida, incluida la evaluación del impacto en los ecosistemas receptores y en los recursos genéticos forestales.

B) USO DE LA REVOLUCIÓN DIGITAL PARA LA SILVICULTURA DE PRECISIÓN

Las nuevas tecnologías de medición, teledetección, sensores inteligentes terrestres, datos de producción de maquinaria, dispositivos móviles, registros de escaneo industrial y las interfaces estandarizadas brindan oportunidades para la recopilación de una información más detallada y dinámica. Esta gran cantidad de datos permitirá llegar a nuevos niveles de silvicultura de precisión. Es necesario explorar y desarrollar las formas en que se pueden aplicar los modelos de predicción avanzados, incluido el uso de datos de inteligencia artificial (IA) y de Internet de las cosas (IoT). Estos modelos predictivos pueden ser utilizados para caracterizar, visualizar, planificar las cosechas y realizar trazabilidades retrospectivas de la madera, así como para la realización de una gestión forestal óptima. También se necesita investigación para diseñar aplicaciones que mejoren los procesos de toma de decisiones en la gestión forestal y optimizar la logística de la madera, para desarrollar nuevos modelos comerciales y para fortalecer la protección forestal. Para conseguirlo han de probarse nuevos enfoques participativos que incluyan a propietarios forestales, a contratistas forestales y operadores logísticos, a la industria, a proveedores de tecnología, a la sociedad y a los usuarios finales.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar herramientas de planificación y control de paisajes forestales multifuncionales.
- Optimizar la gestión de la cadena de suministro incluyendo cosecha, transporte y procesamiento previo, todo ello vinculado a herramientas de planificación forestal.
- Desarrollar sistemas de trazabilidad que cubran toda la cadena de valor desde las materias primas hasta los productos a base de madera.



C) EMPODERAR A LOS PEQUEÑOS PROPIETARIOS FORESTALES

La mayoría de los bosques de la UE pertenecen a una diversidad sin precedentes de particulares y organizaciones, y a menudo son organizados como pequeñas explotaciones. Como consecuencia, nos encontramos con diferentes derechos de propiedad, diferentes objetivos de gestión, diferentes desempeños y distintos modos de apoyo organizativo, lo que a su vez plantea retos para satisfacer la futura demanda de biomasa forestal y de otros servicios ecosistémicos. Se necesita de una verdadera colaboración entre los propietarios de bosques, así como del uso y puesta en valor de los conocimientos tradicionales/locales. También se necesita del asesoramiento específico con el apoyo de herramientas de planificación y del apoyo operativo y conocimientos de las asociaciones de propietarios y de servicios de asesoramiento.

También es necesario investigar sobre los factores que impulsan a la toma de decisiones, sobre el diseño de instrumentos de apoyo e incentivos eficaces para una gestión forestal activa y una mejor cooperación.

Se requieren enfoques innovadores que mejoren la cooperación entre todos los participantes de la cadena de valor tales como puedan ser las soluciones que proporcionan las tecnologías de la información con el fin de satisfacer las necesidades de un grupo objetivo tan diverso. También se necesita analizar la diversificación a través de rodales de rotación corta y uso de fuentes de madera fuera de los bosques.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- **Analizar los cambios en la propiedad de los bosques y las actitudes hacia la gestión forestal, incluido el interés en participar en nuevas oportunidades y mercados.**
- **Investigar herramientas y métodos para fomentar cambios de comportamiento entre propietarios y administradores forestales.**
- **Diseñar herramientas digitales para fomentar la cooperación y la transferencia de conocimientos.**
- **Evaluar el papel de los bosques en la mitigación de la desertificación en Europa.**

D) APROVECHAMIENTO DE TECNOLOGÍAS NOVEDOSAS Y AUTOMATIZACIÓN EN OPERACIONES FORESTALES

La automatización y las nuevas tecnologías tales como el aprendizaje automático y la robótica, no solo ofrecen un enorme potencial para mejorar la productividad de las operaciones forestales (siembra, licitación, cosecha, poda, explotación forestal), sino también beneficios sociales (atractivo de los empleos rurales, igualdad de género en el empleo forestal), seguridad y beneficios ambientales. Utilizada en todo su potencial, la automatización puede crear oportunidades laborales en las zonas rurales. Se necesita investigación para adaptar los avances en automatización para su uso en entornos forestales complejos y extremadamente variables y para mejorar el apoyo a la toma de decisiones de los operadores. Se debe analizar el potencial de la maquinaria semiautónoma, totalmente autónoma y operada a distancia para permitir que las operaciones forestales funcionen en mayor armonía con el medio forestal, al mismo tiempo que se integra la supervisión humana.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- **Desarrollo de sistemas de aprovechamiento forestal combinados por humanos y robots.**
- **Mejora de la automatización de los sistemas de recolección incluyendo la maquinaria por control remoto, los drones y las tecnologías de medición que pueden proporcionar a la industria un flujo de datos integrado.**
- **Mejora de la automatización de las operaciones de los viveros forestales y el cuidado de las masas forestales jóvenes.**

E) ANÁLISIS Y PREVISIÓN DE MERCADOS Y FLUJOS DE MATERIALES DE PRODUCTOS FORESTALES

Las industrias forestales están experimentando importantes cambios estructurales, con carteras cambiantes de bioproductos tradicionales y nuevos basados en la biomasa forestal. La creciente diversidad y complejidad de las cadenas de valor interdependientes para los productos y servicios forestales plantea desafíos para el desarrollo y seguimiento de los mercados.



Esto hace que las condiciones de inversión sean más difíciles de evaluar. Es necesario investigar la demanda futura de diferentes categorías de productos y servicios, las diversas interdependencias entre los mercados existentes y los emergentes (por ejemplo, compensación de carbono) y las consecuencias para los mercados de diferentes regiones. Esto incluye analizar el potencial regional para proporcionar biomasa y otros servicios (cantidad y calidad), la logística de los flujos de madera desde los bosques a los diversos productos acabados y una mejor información para los propietarios forestales sobre los requisitos del mercado para que puedan optimizar la gestión y aprovechamiento forestal.

Asimismo, se debe mejorar aspectos de normativa y barreras de entrada de nuevos bioproductos en las distintas cadenas de valor, así como mejorar los pliegos de prescripciones técnicas y licitaciones públicas en pro de la promoción de certificados/ sellos/acreditaciones de pellet/astilla/briquetas/ y otro tipo de bioproductos de calidad bajo estándares de certificación homologados.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- **Evaluar la disponibilidad futura de materias primas procedentes de biomasa en la UE, así como su demanda en un contexto global de cambios económicos, sociales y condiciones climáticas cambiantes.**

- **Evaluar los mecanismos de mercado, los sistemas de gobernanza y el comportamiento organizacional para mejorar los sistemas de gestión de la cadena de suministro.**
- **Mejorar las metodologías de prospectiva para predecir los cambios del mercado y el comportamiento del consumidor.**



3 MÁS VALOR AÑADIDO DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS NO MADEREROS

En 2040 contaremos con nuevos y exitosos modelos comerciales basados en servicios proporcionados por los ecosistemas forestales. Se basarán en la cooperación intersectorial con sectores como la alimentación, el agua y el turismo. El valor añadido de los nuevos mercados de bienes forestales no madereros (hongos, bayas, agua potable) y servicios (recreación, turismo, mitigación del cambio climático) se habrá multiplicado por diez.



Retos →

A) MEJORA DE LAS OPORTUNIDADES COMERCIALES DE LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS

Los productos no madereros de los bosques, como el corcho, forman parte de la bioeconomía circular y ofrecen tanto beneficios económicos como oportunidades de empleo. Los propietarios forestales podrían fortalecerse significativamente con el aumento de los ingresos y, al mismo tiempo, realizar una contribución diversificadora a las economías regionales. Se necesita incrementar la investigación sobre métodos adaptados de ordenación y gestión forestal integradora que puedan mejorar el suministro sostenible de productos forestales no madereros tanto en términos de cantidad como de calidad.

Además, deben desarrollarse nuevos negocios y modelos de cooperación que permitan llevar con éxito estos productos al mercado de una manera económicamente viable. También deben explorarse vías para procesar estos materiales y crear productos finales de mayor valor añadido. Esto incluye una mayor colaboración intersectorial que garantice un procesamiento y una marca eficaces, así como la creación de estándares, etiquetas, mercados y plataformas.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Establecer nuevas cadenas de valor y modelos comerciales que involucren a los propietarios forestales y otros sectores para crear productos de valor agregado y expandir los mercados.
- Adaptar la gestión forestal para mejorar la productividad y calidad de hongos y plantas para alimentos, así como para usos farmacéuticos.
- Desarrollar normas para productos forestales no madereros.



B) MEJORAR LA CREACIÓN DE VALOR CON OTROS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

Además de la biomasa leñosa y los productos no madereros, existen otros servicios procedentes de los ecosistemas forestales que también benefician a la sociedad y pueden contribuir al crecimiento regional inclusivo. Con el fin de satisfacer la creciente demanda de servicios, es necesario desarrollar nuevos enfoques que puedan ofrecerse al mercado de una manera más precisa para cubrir su demanda. Se necesita investigación que ayude a mejorar los enfoques de gestión forestal integradora que puedan apoyar la prestación de estos servicios (por ejemplo: ocio, salud, bienestar, secuestro de carbono, aire limpio) y, al mismo tiempo, ayude a proporcionar biomasa y otros productos. Estas formas equilibradas deberían mantenerse lo más imperturbables posible ante las condiciones climáticas cambiantes.

Es necesario desarrollar conceptos para evaluar el valor económico y el interés de estos servicios de los ecosistemas, incluyendo su fase de escalamiento, que ayuden a desarrollar casos comerciales efectivos que demuestren cómo proporcionar los servicios de una manera económicamente viable. Es probable que esto requiera una cooperación intersectorial (por ejemplo, turismo, salud y bienestar) y la participación de aquellos que utilizarán los servicios.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Establecer nuevas cadenas de valor y modelos comerciales basados en la cooperación entre los propietarios forestales y los usuarios de los servicios de los ecosistemas.
- Desarrollar un método de valoración económica para los servicios de los ecosistemas forestales no madereros a nivel nacional y europeo que incluya los efectos sobre el empleo.
- Analizar la eficiencia de varios sistemas e instrumentos de incentivos financieros para mejorar la provisión de otros servicios medioambientales, incluido el pago por servicios medioambientales y otros esquemas similares.

C) PROPORCIONAR BENEFICIOS BASADOS EN LOS BOSQUES PARA LAS SOCIEDADES URBANAS Y PERIURBANAS

Los árboles, los bosques y las masas forestales en y cerca de áreas densamente pobladas ofrecen soluciones basadas en la naturaleza adecuadas para la resiliencia urbana y para ciudades climáticamente inteligentes. Las aglomeraciones urbanas necesitan extraer los beneficios que ofrecen los bosques que las rodean, por ejemplo, para mejorar el clima local / regional, proporcionar actividades recreativas y de esparcimiento y generar beneficios para la salud. Así, es necesario investigar cómo satisfacer las crecientes demandas de aquellos bosques cercanos a las ciudades, investigar sobre los árboles urbanos y los bosques plantados cerca de edificios. Este tipo de demandas incluyen aspectos tales como la reducción del consumo de energía de los edificios para refrigeración y calefacción; beneficios para la comunidad de parques, vías verdes, espacios abiertos y otros elementos del paisaje natural; mejora de la calidad del aire, de la salud y del bienestar de los ciudadanos urbanos e incremento del suministro de biomasa local. Todo esto requiere de un mejor conocimiento y comprensión de las percepciones de los ciudadanos y de la economía del comportamiento, a fin de adaptar la gestión forestal y arbórea a las necesidades urbanas. Para ello, se deberá hacer uso de una planificación urbana responsable y de unos procesos de creación participativa y colaborativa.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Investigar el impacto de los árboles y bosques urbanos en la salud y el bienestar de los ciudadanos urbanos bajo nuevas condiciones climáticas.
- Analizar las interdependencias económicas y sociales entre las regiones rurales urbanas y boscosas y la influencia de la distancia geográfica.
- Evaluar los riesgos que suponen para los bosques las extensiones de las ciudades (por ejemplo, incendios forestales, nuevos patógenos).

D) IDENTIFICACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LA EXPANSIÓN FORESTAL COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA

Europa está experimentando una importante expansión forestal debido al abandono de las zonas rurales impulsado por los cambios económicos y demográficos. Los bosques recientemente establecidos brindan servicios medioambientales clave como el establecimiento de nuevos hábitats, lo que ayuda a conservar la biodiversidad y al aumento de las reservas de carbono. Esto, a su vez, ayuda a mitigar el cambio climático. También contribuyen a la producción de biomasa, fomentando una creciente bioeconomía circular en la región. Se necesita investigación para prever tendencias y elementos impulsores de la expansión forestal en la UE,



así como sus impactos en los sistemas socioeconómicos regionales y en el régimen hídrico. Del mismo modo, es clave analizar los riesgos relacionados y la capacidad de recuperación de estos bosques recientemente establecidos en sitios con un legado de uso de la tierra diferente (características del suelo moldeadas por prácticas agrícolas anteriores) en comparación con los bosques existentes desde hace mucho tiempo. Esto incluye un mayor uso de sistemas agroforestales.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Investigar las consecuencias de la transición forestal sobre la biodiversidad, la resiliencia (por ejemplo, incendios forestales, erosión del suelo) y el desarrollo de la bioeconomía en diferentes regiones europeas.
- Desarrollar estrategias regionales para mejorar la provisión de servicios ecosistémicos mediante la expansión de los bosques, centrándose en los beneficios sociales (por ejemplo en las oportunidades recreativas y de ecoturismo o lugares espirituales).
- Evaluar el potencial en la UE para reconstruir paisajes boscosos en regiones con abandono de tierras.

E) INNOVACIÓN EN LA GOBERNANZA FORESTAL PARA PROMOVER LOS BENEFICIOS DERIVADOS DE LOS BOSQUES PARA LA SOCIEDAD

La UE se enfrentará a una nueva era de gobernanza relacionada con los bosques después de 2020 debido a una combinación de factores entre los que se incluyen la necesidad de apoyar los objetivos políticos globales acordados; los cambios globales en los mercados y los equilibrios del poder político; las nuevas políticas de la UE; una nueva orientación del proceso FOREST EUROPE y, posiblemente, un nuevo acuerdo sobre los bosques en Europa que sea legalmente vinculante. Es necesario investigar acuerdos europeos de gobernanza conjunta que proporcionen una orientación estratégica, una coordinación y una coherencia más sólidas entre los diferentes ámbitos políticos por lo que se refiere a los bosques. Esto incluye estudios de políticas y perspectivas intra e intersectoriales que desarrollen una mejor comprensión de las sinergias y compensaciones en un entorno político complejo.

También incluye la implementación de políticas y la investigación de impacto para estudiar cómo se implementan estos objetivos y metas en los contextos nacional y local. Es necesario definir las estrategias sociopolíticas respectivas y se necesita una interfaz ciencia-política mejorada para que las iniciativas innovadoras de gobernanza se puedan implementar con éxito.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Realizar un análisis comparativo de los regímenes y prácticas de gobernanza forestal en los Estados miembros de la UE.
- Desarrollar herramientas de evaluación de impacto para las políticas que afecten al sector forestal, con el fin de entender mejor su complejidad y sus soluciones.
- Diseñar sistemas de cogobernanza forestal europea que incluyan una mejor integración intersectorial.



4 HACIA UNA SOCIEDAD CIRCULAR SIN RESIDUOS

Se estima que en 2040 las tasas de recolección de material de productos forestales habrán aumentado hasta el 90 por ciento y su reutilización y reciclaje representarán el 70 por ciento de todo el material reciclable. Esta economía circular almacenará carbono y sustituirá a materiales que consuman más energía.



Retos →

A) OPTIMIZACIÓN DE LA RECUPERACIÓN DE MATERIAL MEDIANTE UNA RECOGIDA, CLASIFICACIÓN Y SEPARACIÓN EFICIENTES

El reciclaje recupera materias primas de productos que han llegado al final de su vida útil. También mejora la eficiencia de los recursos al reducir la necesidad de fibra virgen y minimizar el desperdicio. Sin embargo, no somos capaces de lograr el reciclaje completo de productos de base biológica para obtener materias primas que ofrezcan el mismo rendimiento y tengan el mismo valor.

La funcionalidad y el valor originales de los materiales no se pueden recuperar en el proceso de reciclaje cuando la concentración de materiales es baja, cuando se mezclan diferentes materiales o cuando los materiales son susceptibles a daños o son fácilmente degradables. Así, se hace necesario desarrollar sistemas de recolección y clasificación a gran escala y que estos sean ampliamente adoptados por el público en general a fin de recuperar más fracciones y materiales para el reciclaje.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar soluciones para mejorar el valor y las oportunidades de mercado de los materiales reciclados.
- Desarrollar procesos para mantener la funcionalidad y características originales de los materiales reciclados.
- Desarrollar sistemas eficientes a gran escala para la recogida y clasificación de mercancías para su reciclaje.



B) ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE A PRODUCTOS COMPLEJOS

Las tendencias actuales de productos más complejos implican la necesidad de tecnologías excelentes de separación y extracción, con el fin de recuperar grandes volúmenes de materias primas de alto valor añadido procedentes de los bienes de consumo a su fin de vida. Para minimizar la pérdida de estas materias primas, la reciclabilidad debe tenerse en cuenta en todos los pasos del proceso de creación de productos a base de madera y fibras, incluido aquí también su diseño. La alta tasa de desarrollo tecnológico, los ciclos de vida más cortos de los productos y la introducción de tecnologías disruptivas dificultan que los actores del reciclaje sigan el ritmo.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar principios de ecodiseño que aumenten la vida útil del producto y faciliten su reciclaje.
- Identificar los flujos de materiales que puedan recuperar todas las partes de los productos reciclados.
- Eliminar o reemplazar las sustancias nocivas en productos biológicos y de madera.

C) DEFINICIÓN DE MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE COSTOS Y OPTIMIZACIÓN DEL RECICLAJE

Los métodos estandarizados para evaluar las soluciones de reciclaje de productos deben considerar las limitaciones económicas, ambientales,

de salud y seguridad, sociales y funcionales. Si bien los materiales con un mayor porcentaje de componentes reciclados podrían reducir el costo de separación, desmontaje y fabricación, las ventajas o desventajas de recuperar materiales necesitan ser cuidadosamente evaluadas teniendo en cuenta que los nuevos conceptos de fábricas, incluidas las fábricas urbanas, tienen como objetivo una tasa de reciclaje del 100% para todos los componentes y materiales. En particular, se necesita implementar múltiples y combinadas rutas de uso para madera, compuestos de madera, fibras, rellenos, materiales plásticos, pigmentos de impresión y residuos orgánicos, etc.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar métodos estandarizados para la evaluación de soluciones de reciclaje de productos.
- Desarrollar procesos de reciclaje relevantes para todas las fracciones y balances a nivel de fábrica.
- Desarrollar principios de diseño para el uso de materiales reciclados en productos en contacto con alimentos.

D) IMPULSAR LA CIRCULARIDAD DE LOS PRODUCTOS DE MADERA Y LAS FIBRAS FORESTALES

La economía circular requiere de una mejor recogida, clasificación y reciclaje de la madera y sus productos derivados. Dado que más de la mitad de la mezcla de fibras que se utiliza en la fabricación de papel en Europa es fibra reciclada, es de vital importancia garantizar un suministro continuo de fibras recicladas de calidad en cantidades suficientes y rentables.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Identificar nuevos usos para la fibra reciclada en la fabricación de papel y cartón.
- Desarrollar procesos de reciclaje que prolonguen la vida útil de las fibras y abran nuevas áreas de aplicación.
- Tomar el liderazgo en el establecimiento de pilotos, demostradores y en el despliegue de biorrefinerías para fibras recicladas.

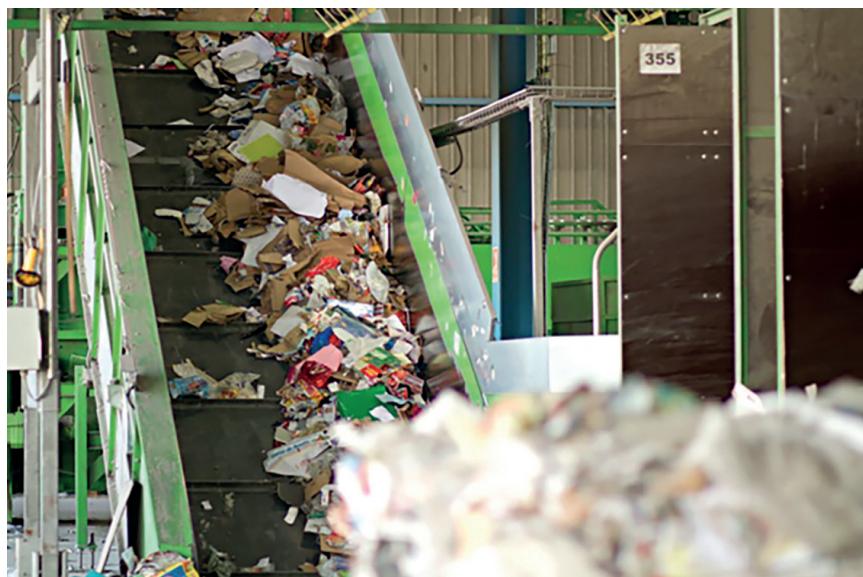




FABRICACIÓN DE CELULOSA Y PAPEL FIBRA VIRGEN

5 USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS NATURALES

Las actividades realizadas hasta ahora para fomentar la eficiencia de los recursos se han traducido en significativas mejoras por lo que se refiere a la eficiencia energética, a la entrada de la materia prima y al uso del agua en las industrias forestales y de primera transformación. Esto contribuirá a la provisión de productos de alto valor añadido con una huella ambiental que se verá drásticamente reducida.



Retos →

A) REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN BIORREFINERÍAS, INCLUIDAS LAS FÁBRICAS DE PULPA Y PAPEL

A pesar de tener instalaciones de producción altamente eficientes, las industrias forestales deben reducir el consumo de energía para seguir siendo competitivas y cumplir con los nuevos y ambiciosos objetivos de eficiencia energética. Así, se hace necesario innovar de manera revolucionaria en las tecnologías de la industria de la fibra, en la fabricación de pasta, en el uso y la reutilización del agua y en el control de procesos. El mayor potencial para la reducción de energía pasa por reducir la necesidad de utilización de agua empleada, disminuyendo, consecuentemente, los gastos energéticos de caleamiento, tratamiento y otros procesos actualmente llevados a cabo.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar procesos de producción que reduzcan la cantidad de agua de proceso necesaria.
- Desarrollar procesos de despulpado y estrategias de control que reduzcan el consumo de energía.
- Desarrollar tecnologías para la transferencia eficiente de calor entre los diferentes procesos.

B) OPTIMIZACIÓN DEL USO DE MATERIAS PRIMAS MEDIANTE UN CONTROL EXACTO DE LAS VARIACIONES NATURALES

Las características cualitativas de la madera varían mucho entre las diferentes ubicaciones de los rodales e incluso dentro de ellos, pero también en las distintas partes del tronco de cada árbol.

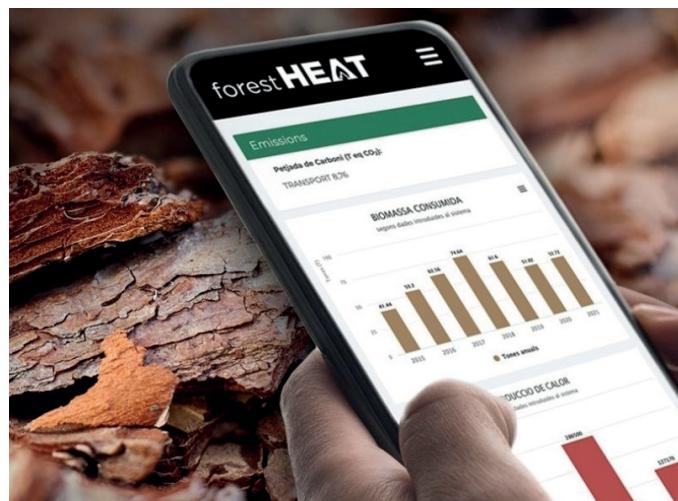
Esto se debe a diferencias en el clima, a las tasas de fertilidad, a la competencia en el crecimiento, al mantenimiento, a la genética, a las variaciones estructurales, a la edad y a otros factores. Estas variaciones deben aprovecharse al máximo para garantizar una utilización eficiente de la materia prima forestal y para que se puedan desarrollar sistemas de producción eficaces basados en el mercado y el conocimiento. Un mayor uso de tecnologías digitales como puedan ser los gemelos digitales (*digital twins*), el internet de las cosas, el análisis de grandes cantidades de datos y la inteligencia artificial pueden ayudar a la industria en este desarrollo tan necesario.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar métodos para determinar las características de las materias primas forestales lo antes posible dentro de la cadena de suministro.
- Desarrollar procesos que exploten y hagan un buen uso de las variaciones naturales en la calidad de la madera.
- Desarrollar métodos basados en TIC que aprovechen las variaciones de las materias primas de manera que satisfagan las demandas del mercado.

C) MEJORAR LA EFICIENCIA DE LAS MATERIAS PRIMAS Y EL VALOR DE PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN A BASE DE MADERA

Los aserraderos deben mejorar la eficiencia de los procesos, la eficiencia del uso de la materia prima y la rotación del almacenamiento. Con el fin de desarrollar técnicas de secado de madera más



avanzadas en términos de control y programación, se necesita una mejor comprensión de la interacción entre los ajustes del proceso y las variaciones en el material de madera, por ejemplo, al refinar el control y la programación del secado de la madera.

También se requieren nuevas tecnologías de descomposición de la madera y de producción controlada bajo pedido del cliente, para aumentar aún más la productividad y la rotación de existencias. Deben desarrollarse tecnologías y modelos de negocio que utilicen los flujos secundarios de materiales, por ejemplo, aserrín para crear productos con mayor valor añadido, y así maximizar la unión de carbono en productos con un ciclo de vida más largo. La carpintería y las industrias del mueble también necesitan desarrollar un mayor grado de automatización, de este modo, al implementar tecnologías para gestionar las variaciones naturales en la calidad del material de madera pueden reemplazar los materiales fósiles y atraer a una nueva base de clientes. Las tecnologías de digitalización y medición 3D pueden incrementar el ya alto valor añadido que ofrecen la carpintería y el mobiliario.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar estrategias eficientes de descomposición y secado de madera.
- Desarrollar tecnologías y modelos de negocio para valorizar los flujos secundarios de la fabricación de madera.
- Desarrollar métodos de automatización y digitalización para las industrias de la carpintería y el mueble.



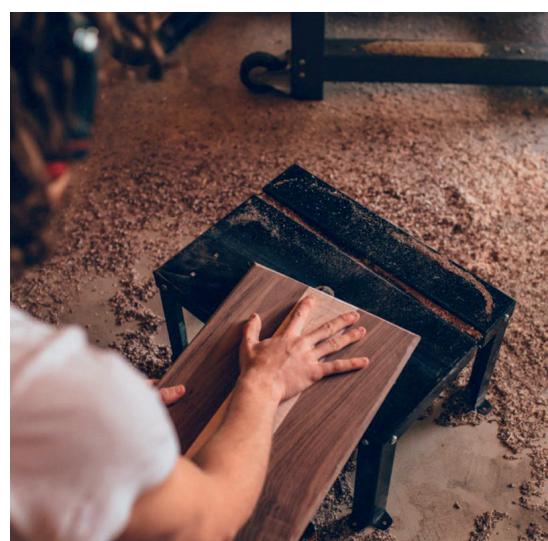
D) MEJORA DEL EQUILIBRIO DEL AGUA Y DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE PROCESO

El agua es un recurso esencial en la producción de productos a base de fibras, y una extracción eficiente de las partículas, fibras y productos químicos que el agua de proceso disuelve y hace circular es un factor clave para lograr un proceso de producción estable y eficiente.

La pureza y la calidad del agua de proceso son clave ya que los distintos procesos deben dejar salir solo agua limpia. Esto requiere de una mayor estabilidad en los sistemas de circuito cerrado y de recirculación del agua de proceso, así como una separación y extracción energéticamente eficiente y de alto rendimiento. Lograr una extracción de alto rendimiento, incluso a concentraciones muy bajas, es importante no solo para el tratamiento del agua en sí, sino también para la reutilización y valorización de productos químicos y biomoléculas.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar procesos de separación precisos y eficientes para extraer sustancias químicas y partículas.
- Desarrollar métodos que aseguren la estabilidad del proceso en nuevos tratamientos de agua de proceso.
- Desarrollar métodos para extraer biomoléculas valiosas del agua de proceso.





EXTRACCIÓN DE BIOMOLÉCULAS DE AGUAS DE PROCESO

6

DIVERSIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA

Con las nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial, y las mejoras en la automatización y la digitalización, la trazabilidad se implementará completamente en toda la cadena de valor.

La diversificación de tecnologías también ayudará a hacer económicamente viables las unidades de producción de pequeño tamaño. Estas podrán ser independientes o parte de un ecosistema industrial regional.



Retos →

A) DESARROLLO DE LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL

Se debe profundizar en el desarrollo de una colaboración que sea mutuamente beneficiosa entre empresas de diferentes sectores industriales y en diferentes etapas de la cadena de valor, donde los residuos o subproductos de una empresa se convierten en la materia prima de otra. Este tipo de simbiosis industrial es vital para llegar a una economía circular sostenible y para aumentar la seguridad del suministro de materias primas en Europa.

El proceso de forjar juntos sistemas de producción claramente diferentes de la manera más eficiente posible significará reconsiderar algunas de las tecnologías de procesos de producción más antiguos y tradicionales. Sin duda, se realizarán avances en la exploración de diseños nuevos y económicamente viables para módulos de producción que sean de menor tamaño, que necesiten de menos capital y sean más ágiles. Mientras tanto, los sistemas intersectoriales, cada vez más interdependientes y conectados, requerirán una infraestructura digital y soluciones inteligentes que sean resistentes a los ciberataques y otras perturbaciones.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Identificar y apoyar tecnologías de procesos y soluciones logísticas que puedan integrarse de manera simbiótica para crear una economía circular.
- Identificar oportunidades regionales para compartir materiales primarios, materiales reciclados y corrientes secundarias de materiales entre diferentes sectores industriales de forma segura y económicamente viable.
- Desarrollar procesos para compartir calor, agua de proceso y productos químicos entre diferentes negocios, a nivel de sitio de producción.

B) LA CREACIÓN DE NUEVOS CONCEPTOS DE BIORREFINERÍA PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR DE BASE BIOLÓGICA

Los nuevos conceptos de biorrefinería son cruciales para lograr una mayor competitividad y son la piedra angular de varias cadenas de valor con productos novedosos y servicios y modelos comerciales rentables. Las nuevas biorrefinerías deben procesar una gama más amplia de materias primas que

incluya también a materiales reciclados. También necesitan desarrollar la cooperación in situ con las empresas químicas y de energía, así como con los usuarios de nuevos materiales y compuestos.

Asimismo, hay que potenciar el desarrollo de procesos de extracción e hidrotermales para la obtención de biomateriales a partir de materias forestales y agrarias.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar tecnologías de procesos de separación para compuestos orgánicos.
- Desarrollar nuevos procesos que hagan circular energía y productos químicos de manera eficiente en sitios de producción cada vez más extendidos.
- Desarrollar nuevos métodos para biorrefinerías de fibra, como el fraccionamiento de fibra y la fibrilación a nano y microescala.

C) ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA Y NUEVOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN

Es necesario adoptar nuevos métodos que optimicen el uso de materias primas y utilicen la retroalimentación de información entre el mercado, la industria y el bosque. Esto requiere de sistemas de logística y negocios digitales que cubran toda la cadena de valor proveniente de la biomasa forestal, así como de las cadenas de valor asociadas, los minoristas y los clientes.



Las tecnologías de fabricación aditiva que utilizan plásticos, metálicos y compuestos se están desarrollando rápidamente y ahora son el método de producción predominante en algunos productos y nichos de mercado. El sector forestal debe tomar la iniciativa en el desarrollo de esta tecnología para el uso de celulosa (incluida la nanocelulosa), polímeros a base de madera y compuestos como materias primas para productos que van desde prótesis médicas hasta componentes de aviones.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Demostrar e integrar tecnologías de pre procesamiento de madera, como la exploración por TC en 3D.
- Desarrollar la fabricación aditiva utilizando biomateriales y técnicas como el ecodiseño.
- Desarrollar sistemas de logística y negocios digitales que respalden la retroalimentación de la información del mercado.

D) EXTRAER Y PRODUCIR COMPUESTOS NATURALES DE ALTO VALOR AÑADIDO

La extracción de compuestos naturales crea oportunidades de mercado con grandes posibilidades de explotación. El concepto de biorrefinería debe abordar las numerosas posibilidades que ofrece para la creación de pigmentos, nuevos materiales para la fabricación aditiva, bioadhesivos y aditivos funcionales de base biológica. Se necesitan métodos de producción de nanomateriales como el grafeno y los nanotubos de carbono.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar métodos eficientes para extraer moléculas valiosas (incluidos ingredientes alimentarios y nutracéuticos) de biomasa en diferentes suspensiones.
- Desarrollar métodos para extraer estructuras supramoleculares y de alto peso molecular sin descomposición de materiales que consuman energía.
- Desarrollar una gama de materias primas de base biológica para la fabricación aditiva.

- Desarrollar métodos de producción de materiales compuestos basados en grafeno y nanotubos de carbono.

E) MEJORA DE LA TRAZABILIDAD Y LA CADENA DE CUSTODIA EN TODA LA CADENA DE VALOR

La demanda de la trazabilidad de materias primas y productos está aumentando en todo el mundo. El uso de madera rastreable, libre de plagas y sostenible da a las industrias forestales europeas una ventaja competitiva. Sin embargo, las nuevas e innovadoras tecnologías ofrecen un espacio significativo para mejoras continuas. El concepto de trazabilidad también debe incluir materias primas recicladas. Esto requiere de cooperación y logística multilaterales e internacionales que operen y mantengan la trazabilidad de la fuente, de la recolección, de la recuperación, del reciclaje y del transporte de desechos y materiales. Asimismo, se debería potenciar el control de calidad exhaustivo mediante tecnologías no destructivas.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar un sistema holístico que incluya estándares para la trazabilidad de materias primas vírgenes y recicladas.
- Desarrollar estándares para la trazabilidad en los procesos de reciclaje, transporte y desechos al final de la vida útil que puedan ser aceptados tanto a nivel regional así como en la cooperación internacional.



- Investigar cómo utilizar y adaptar tecnologías de seguimiento como RFID, marcado de ADN y tecnologías *blockchain* con el fin de asegurar la cadena de custodia.

F) INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE Y RECOLECCIÓN AUTÓNOMOS Y/O ELECTRIFICADOS

El costo marginal del transporte y la logística desde el bosque hasta el mercado final es un factor prohibitivo en el suministro de muchas soluciones sostenibles provenientes del bosque.

Ser uno de los primeros en adoptar tecnologías digitales y soluciones de transporte autónomo podría reducir significativamente las emisiones y los costos relacionados con el transporte, al tiempo que se aumenta significativamente la velocidad y

la flexibilidad. El objetivo es una integración perfecta en la cadena de valor, desde el abastecimiento de materias primas (incluida la cosecha) hasta la medición, el procesamiento, la clasificación y la logística.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

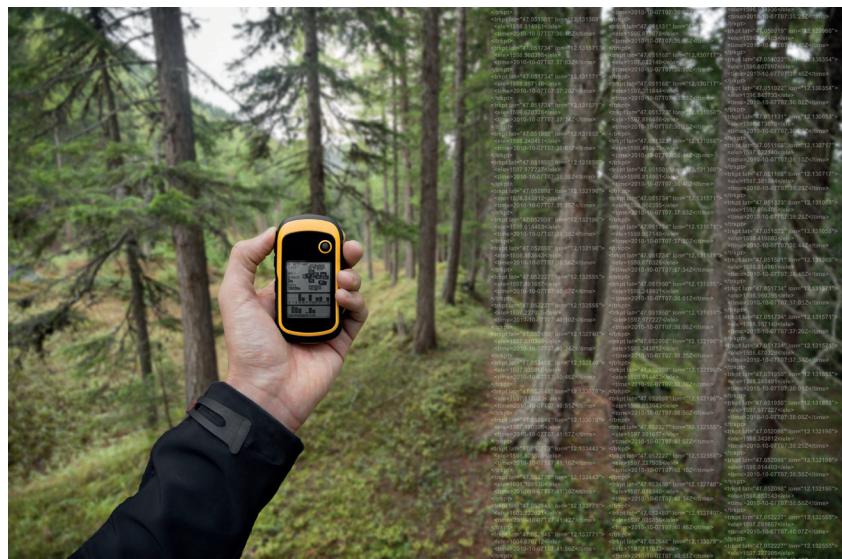
- Desarrollar sistemas de recolección autónomos y/o electrificados que aumenten la precisión y la productividad.
- Desarrollar sistemas de transporte semiautónomos y totalmente autónomos para mejorar la eficiencia y reducir el impacto medioambiental.
- Desarrollar métodos de evaluación de la eficiencia logística total para reducir las emisiones.



7

EMPLEOS Y VÍNCULOS SEGUROS Y CON PROPÓSITO ENTRE LAS REGIONES RURALES Y URBANAS

En 2040, el sector forestal será un gran nicho de empleo, conocido por proporcionar trabajos relevantes y seguros en las regiones rurales y urbanas. Será bien conocido por desarrollar las habilidades de sus trabajadores y gerentes y, en los últimos años, habrá aumentado significativamente el empleo involucrado en diferentes aspectos de actividades de investigación, desarrollo e innovación.



Retos →

A) CRECIMIENTO DEL SECTOR FORESTAL A TRAVÉS DE TRABAJOS CREATIVOS

Las actividades relacionadas con la investigación, el diseño creativo y la comunicación son cada vez más importantes, a medida que el sector forestal se va introduciendo en nuevos mercados y son más comunes los ciclos de producción más cortos.

Se necesitarán diseñadores de moda, ingenieros e investigadores con experiencia de otros sectores y disciplinas cuando el sector forestal desarrolle nuevas asociaciones intersectoriales. Si el sector puede incrementar la conciencia acerca de los sistemas de construcción de base biológica y desarrollar programas de formación y educación de vanguardia para arquitectos, promotores inmobiliarios y autoridades locales, será una gran oportunidad para la creación de puestos de trabajo en el ámbito de las soluciones de bioconstrucción. Las herramientas de diseño digital deberían ser fáciles de usar e intuitivas.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Organizar concursos de diseño para atraer talento e identificar oportunidades de mercado.
- Identificar modelos de negocio para la cooperación entre empresas e individuos independientes con talento creativo.
- Desarrollar modelos de cooperación entre arquitectos, promotores inmobiliarios y autoridades locales sobre sistemas de construcción de base biológica.



B) CREAR OPORTUNIDADES LABORALES A LO LARGO DE LA CADENA DE VALOR MEDIANTE UNA GESTIÓN PROACTIVA DE PEQUEÑAS PROPIEDADES FORESTALES

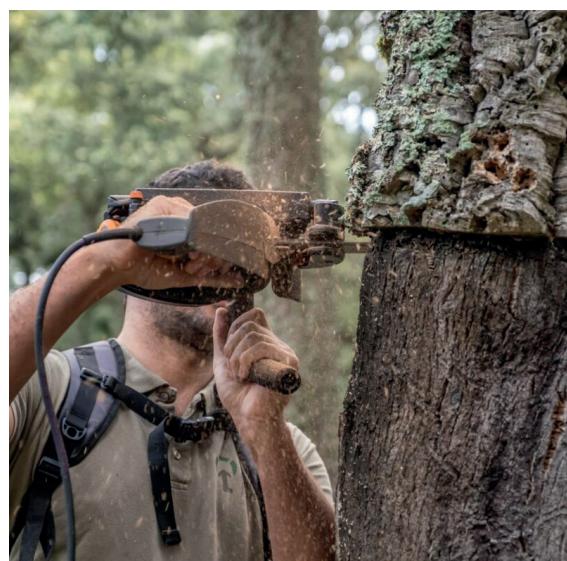
Se necesitan conceptos comerciales innovadores para hacer que la gestión activa de las explotaciones forestales más pequeñas sea más interesante desde el punto de vista económico y, por lo tanto, crear puestos de trabajo para empresarios forestales y en las industrias del sector secundario.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar herramientas digitales para apoyar a los propietarios de pequeños bosques en la gestión y cooperación forestal.
- Desarrollar herramientas para visualizar el equilibrio entre la producción forestal y otros servicios de los ecosistemas.
- Desarrollar herramientas para visualizar el efecto a largo plazo de diferentes estrategias de gestión forestal.

C) DESARROLLAR NUEVOS MERCADOS Y PUESTOS DE TRABAJO EN RESPUESTA A LAS CAMBIANTES TENDENCIAS DE LOS CONSUMIDORES

Es probable que las tendencias de los consumidores y los mercados emergentes se aceleren y tengan un impacto significativo en la sociedad en 2030-2040. Se pueden crear nuevos puestos de trabajo si el sector se adapta a los cambios socio-tecnológicos y es lo suficientemente innovador a la hora de desarrollar nuevos modelos de negocio.





Las tendencias hacia la 'economía social' y el 'consumo colaborativo' ofrecen nuevos mercados, al igual que los minoristas de Internet. Mayor uso de servicios de embalaje y transporte, y disminución de publicidad y medios impresos, significa una fuerte caída en el negocio de los centros comerciales y tiendas físicas.

Los patrones de consumo sostenibles y la conciencia del consumidor probablemente beneficiarán a la cadena de valor basada en los bosques.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Investigar los cambios del mercado que surgen de la alteración del comportamiento del consumidor en la era digital.
- Desarrollar modelos de negocio que satisfagan las necesidades de los ciudadanos digitales.
- Desarrollar modelos comerciales que apoyen los patrones de consumo sostenibles y la conciencia del consumidor.

D) ADAPTACIÓN DE LAS OFERTAS DE TRABAJO EN UNA ERA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

El uso de la IA y la automatización digital tiene el potencial de crear oportunidades radicalmente nuevas para la humanidad. Sin embargo, la sociedad ha subestimado hasta ahora la velocidad a la que se perderán las oportunidades laborales debido a la automatización y las soluciones digitales. Los sectores de transporte y servicios se verán particularmente afectados, ya que muchos trabajos

que implican tareas físicas repetitivas (por ejemplo, embalaje, clasificación y control de calidad) serán reemplazados por servicios digitales y máquinas autónomas. Esto llevará a que muchas personas pierdan o dejen sus trabajos porque sus puestos ya no son necesarios o debido a la falta de trabajo. El sector forestal debe estar a la vanguardia de esta mega tendencia, ofreciendo un trabajo en continua evolución que genere satisfacción laboral y un mayor valor añadido.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

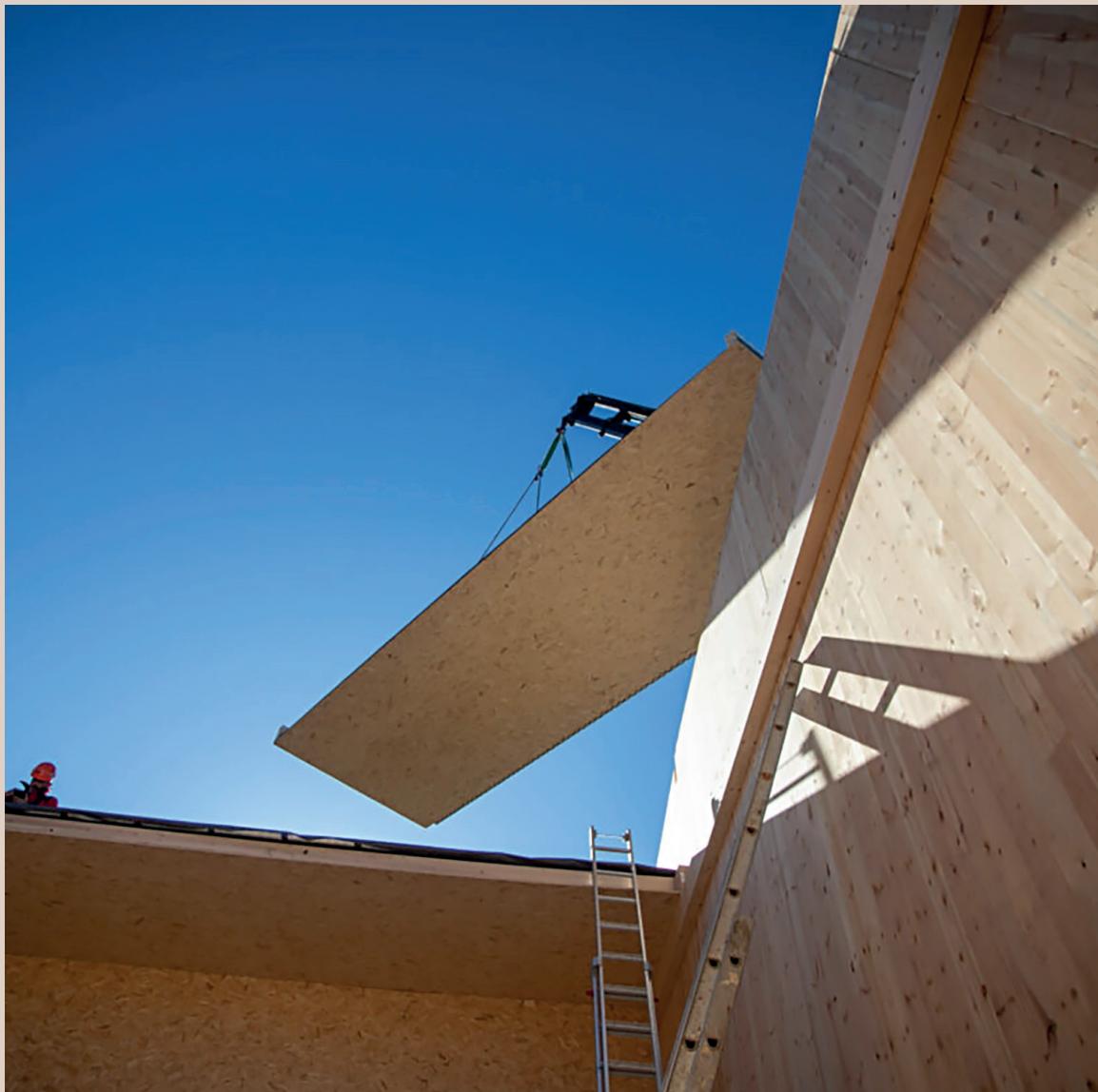
- Identificar sectores laborales que probablemente serán reemplazados por servicios digitales y máquinas autónomas.
- Investigar las oportunidades de emparejar los trabajos perdidos y las nuevas competencias necesarias.
- Desarrollar modelos de cooperación con empresas digitales y proveedores de servicios para asegurar posiciones de mercado.

E) MEJORA DE LA SEGURIDAD Y LA ERGONOMÍA DEL OPERADOR

Aunque las nuevas tecnologías y la preocupación general por la seguridad y el bienestar han reducido con éxito la frecuencia de accidentes y lesiones en el sector forestal europeo, muchos trabajos todavía conllevan importantes riesgos laborales. Los procesos para identificar las causas de los accidentes, establecer la necesidad de medidas preventivas y retroalimentar a los involucrados en los servicios de prevención son constantes y requieren la participación de los propios trabajadores, representantes de la industria, agencias gubernamentales y compañías de seguros.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar maquinaria y equipo de protección personal más seguros mediante un diseño novedoso.
- Automatizar y digitalizar aún más las tareas laborales peligrosas.
- Desarrollar soluciones ergonómicas innovadoras.



CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN MADERA. REDUCCIÓN DE EMISIÓNES CO₂

8

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN RENOVABLES PARA UNA VIDA MÁS SALUDABLE

La madera, el material de construcción renovable más utilizado en el mundo, tiene un futuro brillante. En 2040, la construcción a base de biomateriales en Europa habrá triplicado su cuota de mercado desde 2015, mientras que el valor añadido global de las industrias de la madera se habrá duplicado. El valor añadido provendrá de nuevos productos y servicios, así como de un uso más generalizado de estructuras de viviendas modulares y flexibles y muebles funcionales que ahorren energía.



Retos →

A) DESARROLLO DE NUEVOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN, INCLUIDOS SISTEMAS MODULARES Y PREFABRICADOS

Los sistemas de construcción en y con madera que utilizan elementos modulares y prefabricados ofrecen un rendimiento superior en muchos parámetros, en comparación con los sistemas de construcción no renovables. Sin embargo, debido a las variaciones naturales en la calidad de la madera y a las múltiples formas en que se pueden ensamblar los diversos componentes, el dimensionamiento de los sistemas de construcción de madera es mucho más complejo que los que utilizan materiales no renovables. Por ello, debemos mejorar y armonizar este tipo de sistemas de construcción en madera con el fin de que el sector de la construcción de los distintos países opte cada vez más por utilizarlos. Se necesita incrementar la investigación y el desarrollo dedicados a procesos de fabricación ágil, más eficientes en el uso de recursos, y en sistemas de construcción que se puedan comparar mejor en atributos complejos, tales como el clima interior o el rendimiento acústico.

La construcción con y en madera es flexible y dinámica, pero los sistemas suelen ser específicos de cada empresa, lo que crea un mercado complejo para clientes, diseñadores y arquitectos. Existe una necesidad de cooperación europea en el desarrollo de sistemas de construcción sostenibles.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Adoptar tecnologías aditivas, que incluyen impresión 3D, robotización, utilización de drones y soluciones logísticas para reducir drásticamente los costos de construcción.

- Mejorar la funcionalidad e interoperabilidad (diseño, construcción y operación) de sistemas de ensamblaje de construcción prefabricados complejos, incluido su desmontaje y reutilización.

- Crear y mantener una inteligencia artificial armonizada y colaborativa en Europa, como una plataforma abierta de diseño e innovación que busque optimizar la construcción adaptada al clima local, a las especies de madera locales, etc.

B) MEJORA DE LOS PRODUCTOS A BASE DE MADERA, INCLUIDA LA MADERA TÉCNICA Y LOS COMPUESTOS

Los productos fabricados con madera maciza, madera técnica (por ejemplo, madera laminada cruzada) o compuestos de base biológica superan con creces a aquellos materiales distintos de la madera, sobre todo en términos de neutralidad de carbono y en propiedades físicas, como bajo peso y alta capacidad aislante. Estos productos se utilizan en varios sistemas de construcción en y con madera, pero también en muebles, barcos y automóviles, así como en otras soluciones de infraestructuras con requerimientos de durabilidad y que han de ser asequibles, como puedan ser las traviesas de ferrocarril. Aunque las demandas varían significativamente según el uso, la clave común de los criterios de rendimiento son la durabilidad, la integridad estructural y el comportamiento frente al fuego. Estos parámetros han de entenderse mejor y tenerse más presentes y, al mismo tiempo, es necesario desarrollar métodos de producción más competitivos. La investigación y la innovación también pueden ampliar las oportunidades de utilizar especies de frondosas que actualmente están infrautilizadas. También se debería potenciar el uso de materiales locales, de proximidad, especialmente en construcción.





Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Mejorar el rendimiento de los materiales y productos a base de madera para optimizar su comportamiento en construcción, sus características físicas, su seguridad, su durabilidad, circularidad de la ingeniería de construcción y para optimizar las operaciones y los servicios de construcción.
- Ampliar los beneficios ambientales de la construcción en y con madera mediante el desarrollo de adhesivos, impregnaciones, recubrimientos y otros tratamientos amigables que utilicen soluciones no tóxicas y renovables.
- Mejorar la durabilidad a largo plazo y el rendimiento al aire libre de los productos a base de madera mediante el desarrollo tratamientos de protección y soluciones de diseño sostenibles.
- Nueva investigación, integración de funciones inteligentes como fotovoltaicas y propiedades de conversión de calor y biosensores que proporcionen información de procedencia y trazabilidad hasta el final de la vida útil.

C) ARMONIZACIÓN, ESTANDARIZACIÓN Y HERRAMIENTAS DE DISEÑO DIGITAL MÁS INTELIGENTES

Los nuevos productos y sistemas de construcción de madera técnica ofrecen un rendimiento excelente que cumplen los requisitos de construcción sostenible. Sin embargo, no están tan implantados y no llegan a la madurez de los sistemas ba-

sados en hormigón y acero y, por lo tanto, tienen dificultades para penetrar en el mercado. Sin embargo, en muchos mercados regionales, la construcción con madera está creciendo y diversificándose y se utiliza para renovación, modernización e incluso en edificios de gran altura. Se necesita investigar para establecer una estandarización que cubra categorías importantes de productos y que incluya información completa y apropiada sobre los diversos productos de madera en herramientas de diseño digital. De igual modo, es necesario seguir desarrollando la caracterización de la durabilidad, la seguridad contra incendios, la acústica, la dinámica y la contabilidad de la huella de carbono. También necesitan de un desarrollo significativo el modelado de información de construcción (BIM), incluida la evaluación del ciclo de vida (ACV) y los catálogos de propiedades de productos. Deben desarrollarse y explotarse tecnologías digitales como el diseño computacional, el uso de la robótica en la prefabricación, la impresión 3D y la realidad aumentada o virtual (AR / VR) ya que estos pueden suponer beneficios significativos para la producción, comercialización, mantenimiento e inspecciones virtuales de edificios, lo que llevará a una mayor aceptación del mercado y al crecimiento general del sector.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Recopilar datos de prueba e investigación para avanzar en la armonización y estandarización de materiales, productos y sistemas para la construcción con madera en todos los segmentos de mercado relevantes y emergentes.

- Reunir la información del producto y el desarrollo de productos catálogos de propiedad para el modelado de información de construcción (BIM) y el análisis de ciclo de vida (ACV).
- Desarrollar herramientas de diseño para manejar innovaciones, desde la prefabricación mediante impresión 3D hasta el uso de la realidad virtual y aumentada para marketing, mantenimiento e inspecciones virtuales de edificios.
- Investigar los factores que influyen tanto en la percepción pública como en las políticas nacionales y regionales, por ejemplo, cómo se regula el uso de la madera en la construcción, con especial énfasis en la madera visible en la construcción urbana.

D) EXPLORANDO LA EXPERIENCIA DE VIVIR CON MADERA Y SUS BENEFICIOS PARA LA SALUD

Además de los efectos positivos de la construcción con madera en la mitigación del cambio climático, se debe comprender mejor y explotar los beneficios para la salud y el bienestar de vivir y trabajar en edificios e interiores hechos de madera y materiales biológicos.

Se requieren investigaciones sistemáticas y más estudios en profundidad. Se necesitan enfoques interdisciplinarios que combinen las ciencias sociales y naturales para determinar los beneficios en el cuer-

po y la mente humanos. Esto puede allanar el camino para nuevos y mejores conceptos de diseño y para determinar los criterios que han de cumplir los materiales, productos y sistemas a utilizar en edificios, mobiliario e interiorismo. Si se modelan de antemano los beneficios para la salud y las respuestas cognitivas positivas, pueden convertirse en una parte esencial del diseño y de la supervisión del sistema de construcción mediante tecnología inteligente.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Llevar a cabo estudios interdisciplinarios centrados en el ser humano, con el objetivo de hacer del modelado predictivo de las respuestas cognitivas a la madera una parte esencial del diseño y control del sistema de construcción.
- Realizar estudios que conecten el confort ambiental, la salud humana y el bienestar de vivir con madera, con marcadores químicos, como la presencia de compuestos orgánicos volátiles (COV) y marcadores fisiológicos y psicológicos (incluyendo, por ejemplo, dinámicas de grupo).
- Explorar aspectos sociales, culturales (incluidos el patrimonio), etnográficos y antropológicos de la construcción con madera en todo el mundo, incluida su influencia en la salud pública y el bienestar y la transferencia de estos hallazgos a recomendaciones políticas.



9

NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE FIBRA Y UN 80% MENOS DE EMISIONES DE CO₂

Las industrias de la pulpa, papel y fibra forestal van camino de alcanzar los objetivos, establecidos en la hoja de ruta CEPI 2050, de reducir sus emisiones de carbono en un 80% al tiempo que crean un 50% más de valor añadido. Si bien los segmentos de productos establecidos –principalmente papel, embalaje e higiene– han evolucionado y siguen siendo la principal fuente de ingresos, se espera que casi la mitad del nuevo valor añadido provenga de otros nuevos bioproductos como puedan ser los textiles y los químicos verdes.



Retos →

A) PROPORCIONAR PRODUCTOS DE CONSUMO SOSTENIBLES, PROVENIENTES DE FIBRAS Y DE ALTO VALOR

Las soluciones de bioenvasado deben proporcionar soluciones inteligentes, seguras y biodegradables tanto a los mercados B2B como al mercado de consumo y, al mismo tiempo, reducir su huella de carbono. Para satisfacer la demanda de los clientes de productos con una mayor sostenibilidad, las industrias deben responder con un uso reducido de materias primas, un transporte más eficiente, la protección del contenido y la reducción del desperdicio de alimentos. En la atención médica deben utilizarse productos de higiene y salud que cuenten con una huella de carbono reducida. Los bioproductos sanitarios desechables deben reemplazar, en gran medida, los productos de origen fósil a nivel mundial. Los productos a base de fibra con soluciones digitales incorporadas deben integrarse en el trabajo de diagnóstico y usarse para la dispensación controlada de medicamentos. Textiles sostenibles a base de madera necesitan reemplazar a los textiles fósiles y a los textiles de algodón, ya que se espera que la demanda mundial de textiles se triplique para el año 2050. Para ello, se necesita desarrollar una nueva producción sostenible que garantice fibras de alta calidad y más cómodas que satisfagan las expectativas de los consumidores.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar sustitutos provenientes de fibras biodegradables y libremente formables que reemplacen envases provenientes de materiales fósiles.
- Desarrollar funciones inteligentes (por ejemplo, información antisabotaje, antifalsificación, trazabilidad) que se puedan aplicar a las soluciones de embalaje provenientes de fibra.

- Desarrollar materiales de embalaje provenientes de fibra que sean ligeros y que tengan un rendimiento mejorado (por ejemplo, resistencia a la humedad y rigidez).
- Estudiar la seguridad de los componentes de madera cuando se utilizan en aplicaciones médicas y sanitarias.
- Desarrollar una funcionalización avanzada de celulosa para su uso en aplicaciones médicas.
- Desarrollar tratamientos para la celulosa específicos para fibras textiles con el fin de reducir el impacto ambiental.

B) DESARROLLAR PROCESOS MÁS SOSTENIBLES Y COMPETITIVOS PARA LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y OTROS BIOPRODUCTOS

Los procesos y productos de fabricación de papel existentes se han optimizado a lo largo de los años hasta alcanzar los niveles actuales de eficiencia y rentabilidad. Sin embargo, los procesos siguen siendo complejos. Por lo tanto, en lugar de ver grandes avances, es más probable que se produzcan mejoras graduales y una mejor comprensión de la dinámica del sistema que ayude a avanzar. La investigación debe incluir a los procesos de las fábricas de papel y, hasta cierto punto, también los procesos de las fábricas de celulosa. La atención debe centrarse en la simplificación y la eficiencia, la interacción celulosa-agua, así como en las nuevas propiedades mecánicas a nivel micro y macro.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar tecnologías sin emisiones de carbono para el proceso de fabricación de papel.



- Estudiar las opciones de los vectores energéticos de baja o nula emisión de carbono en instalaciones de procesamiento de industrias madereras y de productos provenientes de madera.
- Desarrollar sensores y modelos que mejoren la eficiencia energética de los procesos de producción de las industrias madereras y de productos provenientes de madera.

C) DESARROLLO DE BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN PARA BIOMATERIALES Y MATERIALES QUÍMICOS EN LA SOCIEDAD CIRCULAR

La química verde necesita proporcionar bioaditivos y productos bioquímicos funcionales que sean compatibles con futuros biomateriales. Este tipo de materiales son necesarios tanto por sus propiedades únicas como por otros tipos de valores añadidos. También son necesarios para su uso directo en limpieza o en el tratamiento de superficies y adhesivos. Los polímeros provenientes de la madera deben reemplazar a los plásticos de origen fósil en el embalaje, la construcción y materiales de construcción. Se necesitan nuevas metodologías que permitan crear materiales con alta complejidad geométrica. Los biocomposites y las biofibers deben ofrecer funciones combinadas relacionadas con la resistencia al fuego y la humedad, la estabilidad y el desgaste y, al mismo tiempo, poder reciclarse al final de la vida útil del producto.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar métodos de separación y purificación, catalizadores y química macromolecular.

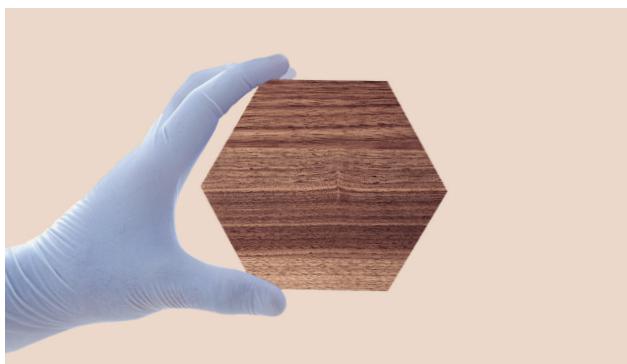
- Desarrollar nuevas tecnologías de reciclaje para biocompuestos.
- Desarrollar productos y aplicaciones a partir de lignina, hemicelulosa y celulosa.

D) AÑADIR VALOR Y COMPETITIVIDAD A TRAVÉS DE LA DIGITALIZACIÓN Y LA FUNCIONALIZACIÓN

La funcionalización a niveles molecular, de fibra y estructural necesita conferir a los distintos biomateriales de una serie de propiedades físicas, químicas y electrónicas que respondan a las necesidades de los consumidores para los productos de alto valor añadido. Proporcionar este tipo de funcionalidades, en lugar de proporcionar productos a granel, es una forma de ofrecer soluciones de alto valor a los mercados globales. Es necesario desarrollar funcionalidades y tecnologías de seguimiento y trazabilidad, antifalsificación, de conectividad, de resistencia microbiana y biodegradabilidad, etc.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar métodos para incrustar de forma segura componentes funcionalizados en sustratos a base de celulosa.
- Desarrollar soluciones para la entrega *just-in-time* de productos personalizados que satisfagan las demandas del mercado.
- Desarrollar herramientas para el análisis de grandes cantidades de datos que pueden conducir a una mejor funcionalización.





COGENERACIÓN EN INDUSTRIA PAPELERA

10 ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA SOCIEDAD

Gracias a las nuevas e innovadoras tecnologías de producción, a la reducción del consumo total de energía, al aumento del reciclado, reutilización y refinado de flujos secundarios, en 2040 el sector seguirá siendo el mayor productor de electricidad verde y biocombustibles de Europa, con una capacidad para proporcionar el equivalente a 100 millones de barriles de petróleo crudo (producido a partir de unos 65 millones de m³ de residuos forestales y de aserraderos).



Retos →

A) DESARROLLAR NUEVOS Y MÁS EFICIENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA BIOCOMBUSTIBLES LIMPIOS Y AVANZADOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS

Los subproductos de las industrias forestales, como el serrín, la corteza, el aceite de resina y la lignina, se pueden utilizar de manera eficiente en la producción de valiosos productos químicos y materiales compuestos. Con mucho, los mercados más importantes para estos productos siguen siendo los mercados de combustibles y productos energéticos. De hecho, hay en marcha instalaciones comerciales dedicadas a la extracción de biodiesel de aceite de resina, así como otros varios proyectos dedicados al desarrollo de diversas soluciones de bioenergía.

Los biocombustibles pueden utilizarse tanto en aviones, automóviles o como vector sólido de energía. Por otro lado, la madera se compone aproximadamente de un tercio de lignina, un recurso que todavía está infroutilizado. Así, se necesitan importantes esfuerzos de investigación e innovación para desarrollar formas en las que la lignina se pueda utilizar en la producción de productos químicos o en biocombustibles. También se necesita investigación para desarrollar métodos limpios y efectivos para la gasificación y licuefacción de los flujos secundarios de materiales, con el fin de que la producción pueda ser libre de fósiles.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar plataformas de producción de diversos combustibles para transporte terrestre, aéreo y marítimo.

- Desarrollar productos a partir de lignina y avanzar en el área de la química y el procesamiento de la lignina.

B) POTENCIAR LA VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS FORESTALES

La disponibilidad y movilización de la biomasa sostenible es clave para reforzar la competitividad de las industrias forestales y de primera y segunda transformación y para determinar la contribución que puede hacer la bioenergía a la combinación energética en 2040. Sin embargo, hoy en día las operaciones de limpieza y clareo precomerciales son costosas para los gestores forestales, lo que provoca que muchos bosques europeos sean muy densos y frondosos, la consecuencia son malas cosechas y un aumento del riesgo de incendios, especialmente en el sur de Europa. Reducir el costo de estas operaciones forestales y aumentar el valor de la biomasa podría cambiar la ecuación financiera, haciendo rentable el uso de residuos de las operaciones de limpieza y clareo de bosques. Esto puede requerir de nuevas y más baratas soluciones de recolección y transporte que claramente mejorarían la eficiencia de la producción de energía local y las inversiones en infraestructura innovadora. También se necesitan nuevas estrategias para maximizar la movilización de residuos de baja calidad de los aserraderos y de biomasa recolectada debido a desastres naturales, como la madera en rollo dañada por el escarabajo descortezador (*Dendroctonus micans*), roturas de tormenta o podredumbre.

Existe también una clara necesidad de sustituir materias primas de origen fósil (como leonardita) a favor de restos/subproductos de podas, tratamientos silvícolas o fracción orgánica de los cen-





etros de tratamientos de residuos en zonas urbanas para nuevas formulaciones de biocompost/biochar, fertilizantes y enmiendas húmicas provenientes de fuentes renovables.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar estrategias de colaboración efectiva y modelos de negocio entre propietarios de bosques y asociaciones de ganaderos que permitan un clareo ecológico de los bosques y ayuden a la prevención de incendios.

C) ESTABLECER SISTEMAS DE ENERGÍA INTEGRADOS Y HOLÍSTICOS (INCLUIDO EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA Y LA GESTIÓN DE LAS FLUCTUACIONES DE LA DEMANDA)

La creación de sistemas de energía más inteligentes e integrados requerirá investigación e innovación e importantes inversiones en infraestructura, desde la demostración hasta la escala comercial. Con un aumento de las fuentes de energía renovables, la gestión del equilibrio en la red eléctrica se convierte en un desafío. Se hace necesario seguir desarrollando modelos comerciales innovadores y asociaciones comerciales, como puedan ser las plantas de celulosa integradas con industrias bioquímicas o las plantas combinadas de calor y electricidad (CHP).

Para garantizar que el sector forestal se convierte en una parte integral de una futura red europea de energía inteligente es necesario investigar para identificar diferentes estrategias para el almacenamiento de energía. Esto incluye a la investigación y la innovación de bajos niveles de madurez tecnológica (TRL) en el uso de biomateriales para aplicaciones energéticas, como puedan ser baterías de madera y paneles solares. También se necesita investigación para desarrollar métodos que aumenten la energía de los flujos de fluidos y así mejorar la utilización del calor residual.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar baterías y acumuladores de energía procedentes de derivados de la madera.
- Desarrollar modelos comerciales innovadores y asociaciones para las futuras redes de energía inteligente europeas.
- Aprovechar el potencial de las plantas de celulosa para producir energía para equilibrar la red energética.

D) APOYAR LA TOMA DE DECISIONES BASADA EN HECHOS SOBRE CUESTIONES RELACIONADAS CON LA BIOENERGÍA

Lograr la aceptación pública para la producción sostenible de bioenergía y biocombustibles a partir de corrientes secundarias, residuos forestales y desechos orgánicos es un asunto crucial para el sector forestal. Con el fin de avanzar por esta vía, el sector debe poder proporcionar datos e información relevantes que respalden una toma de decisiones transparente y basada en hechos a todos los niveles. Se necesita establecer nuevas cadenas de valor de base biológica que sean competitivas y eficientes, y que ayuden al desarrollo de una bioeconomía europea exitosa. También se necesitan nuevas investigaciones para poder utilizar el CO₂ biogénico como materia prima para nuevos productos. Esto tendría un efecto notable en la reducción de emisiones y en la mitigación de efectos perjudiciales al cambio climático, ya que la captura y la utilización de carbono (CCU) pueden reducir la necesidad de materias primas fósiles. Sin embargo, el desarrollo y la aceptación de nuevos productos es a menudo un riesgo cuando se trata de tecnología, precios, mercados y políticas.



Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Difundir hechos científicos para fortalecer el conocimiento de los ciudadanos sobre el papel de la economía forestal en una sociedad de base biológica.
- Monitorear y realizar predicciones de las cambiantes demandas sociales de energía renovable, materiales renovables y conservación del ecosistema.
- Mejorar la comprensión de las compensaciones entre las políticas que apoyan la producción de energía de madera primaria y las que apoyan el uso de la madera como material.

Todo lo anterior no conseguirá los resultados deseados si no se supera la tradicional incapacidad del sector forestal-madera para comunicarse con la opinión pública. Se debe lograr el establecimiento de una cultura forestal y una interiorización de los beneficios y externalidades derivados de su desarrollo, además de una aceptación pública de la realización de los aprovechamientos forestales para obtener materias primas renovables que son capaces de sustituir otros materiales de origen fósil, contribuyendo así a la lucha contra el calentamiento global.

Existen diferencias notables en la forma en que ciertos segmentos de la sociedad y el sector forestal perciben el valor de los bosques, su gestión y su importancia económica. Hay que mejorar la percepción social y la manera en que los ciudadanos aprecian los beneficios que proporcionan la gestión forestal y los múltiples beneficios que proporcionan los bosques, incluyendo el uso de la madera para una amplia variedad de productos y también para su uso energético.



Se necesita investigación para diseñar nuevas formas de interactuar con los ciudadanos, las comunidades locales y otros agentes interesados de otros sectores y así comprender mejor sus demandas. También se necesitan nuevos enfoques que generen confianza y aumenten el conocimiento de cómo el sector forestal contribuye a formar una sociedad sostenible y climáticamente neutra. Los esfuerzos para comprender mejor los valores y prioridades de los ciudadanos en la UE y resto de Europa podrían incluir la creación de una base de datos sobre las percepciones públicas de los bosques y el establecimiento de nuevas formas de interactuar con el público (por ejemplo *living labs* o enfoques de creación colaborativa). Combinados con la ciencia de masas y las actividades de las redes sociales, estos esfuerzos podrían fortalecer la asociación entre el sector y el público, en particular con los ciudadanos jóvenes.

A nivel transversal en las cadenas de valor, se debe promover, impulsar aún más, difundir y comercializar los nuevos desarrollos generados en el entorno/sistema de investigación, desarrollo e innovación hacia los diversos mercados y sectores (contratos de licencia de nuevas tecnologías, etc., que mejoren la competitividad empresarial) que redunden en beneficio de la sociedad. También se hace necesario investigar sobre la relación entre los bosques y la salud humana, tanto en los entornos rurales como en las ciudades (biociudades).

Del mismo modo, es necesario impulsar la sensibilización y potenciar la comunicación, para aumentar el conocimiento que la sociedad tiene de los bosques y las funciones que brindan en provisión de bienes y servicios; así como para conseguir mejorar el uso y disfrute de los mismos por parte de la ciudadanía.

Retos →

A) CONTENIDOS NECESARIOS PARA DIVULGAR LA ACTIVIDAD FORESTAL MADERA Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: MATERIAS PRIMAS RENOVABLES, EMPLEO, FIJACIÓN DE CO₂, AGUA DE CALIDAD Y BIODIVERSIDAD

La opinión pública tiende a considerar como positiva la existencia de bosques protectores intocados y negativa la existencia de montes productivos, donde se llevan a cabo aprovechamientos forestales que implican la construcción de infraestructuras de acceso y la tala del arbolado para obtener la madera.

La realidad es bien distinta porque las formaciones vegetales son dinámicas y en determinados momentos son necesarias actuaciones para ayudarles a adaptarse a la nueva situación.

Las consecuencias de llevar a cabo una gestión sostenible son muy importantes y conllevan beneficios tanto ecológicos como económicos y sociales, la divulgación de dichos beneficios permitirá a la opinión pública tener un mayor conocimiento del sector y entender los motivos por los que se llevan a cabo las necesarias actuaciones.

Ejemplos de actividades de investigación e innovación

- Desarrollar herramientas para controlar y proyectar demandas sociales cambiantes, incluyendo escenarios para futuras prioridades en el uso de los bosques.
- Aplicar el análisis semiótico a las actividades de comunicación para reflejar mejor los valores de los ciudadanos.
- Utilizar enfoques dinámicos, incluyendo los nuevos medios digitales, para involucrar personalmente a los ciudadanos en el diálogo sobre los bosques.



B) CULTURA DE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS: NECESIDAD DE INFRAESTRUCTURAS DE ACCESO, FORMAS DE REDUCCIÓN DE COMBUSTIBLES E ITINERARIOS SILVÍCOLAS ADAPTADOS

Se ha visto este verano que las zonas forestales nada o poco gestionadas han sufrido unos incendios devastadores. Se sabe que las medidas preventivas son las más indicadas y, entre otras, son necesarias tanto la construcción de infraestructuras de acceso como la ejecución de claras adaptadas a la reducción del combustible existente en el monte.

C) CONTENIDOS NECESARIOS PARA INCORPORAR LA EDUCACIÓN FORESTAL EN LAS ESCUELAS

En las últimas décadas se han inculcado en los escolares conceptos tendenciosos contrarios a la actividad forestal, así como una idealización de los bosques autóctonos intocados como la única forma aceptable de gestionar los bosques. Se propone definir qué contenidos son pedagógicamente adecuados para difundir la gestión forestal sostenible y el conocimiento de la riqueza forestal de que disponemos.

Asimismo, se ha de potenciar la captación de talento para el sector, logrando mostrarlo atractivo en todos los ámbitos, ya que existe una crisis de falta de mano de obra desde el monte hasta la industria, que en ocasiones es cuello de botella.

D) POSIBILIDADES DE LAS REDES SOCIALES PARA QUE EL SECTOR PUEDA INTERACCIONAR CON LA SOCIEDAD Y CREAR UNA CULTURA FORESTAL

Una de las formas eficientes de llegar e interactuar con la opinión pública son las redes sociales. Hasta el presente ha sido testimonial la presencia del sector en las redes sociales y se hace preciso entender tanto su potencial para crear una opinión formada y profesional como su extensión para recuperar el terreno perdido.

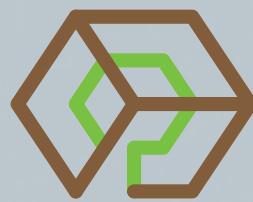


Avanzando hacia un futuro sostenible

2050
emisiones
netas cero



www.ptfor.es



PTFOR

PLATAFORMA TECNOLÓGICA
FORESTAL ESPAÑOLA
Y SUS INDUSTRIAS DERIVADAS

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

ASPAPEL
Naturalmente, papel

CTFC

SCIENCE FOR FOREST MANAGEMENT,
BIODIVERSITY & BIOECONOMY
Change the future, today



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES

AGENCIA
ESTATAL DE
INVESTIGACIÓN